

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЕРДЦА

Григорьев М.Г., Турушев Н.В., Авдеева Д.К.

Научный руководитель: Авдеева Д.К., д.т.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр.Ленина 30

E-mail: Mishatpu@sibmail.com

Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от болезней сердца и сосудов каждый год в мире погибают более 17 миллионов человек. Более того, согласно прогнозу ВОЗ к 2030 году умрет ещё около 23,6 миллионов человек. В России, в 2012 году от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) погибли 1 млн. 232 тыс. 182 человека (Рис. 1)[1].



Рис. 1. Отчет ВОЗ по ССЗ за 2012 г.

Основным наиболее распространенным в медицинских учреждениях различного уровня является электрокардиографический (ЭКГ) метод исследования состояния сердечно-сосудистой системы человека. ЭКГ метод является методом функциональной диагностики с количественной оценкой результатов исследования. Впервые кардиографические исследования были проведены в конце 19-го века шотландским ученым Александром Мьюхэдом [2]. Тело представляет собой объемный проводник. Активная работа сердца приводит к генерации электромагнитного поля, которое может быть измерено на поверхности тела. Это поле в ходе возбуждения сердца постоянно меняется и характеристики этого поля в каждый момент времени зависят от того, в каком направлении движется по сердцу волна возбуждения. Изучение этого поля позволяет судить о последовательности возбуждения предсердий и желудочков.

Решением данной проблемы занимается множество предприятий, но особого успеха добились лишь единицы.

Проведенный анализ показал, что в настоящее время отсутствуют аппаратно-программные комплексы (АПК) для массового применения (в отделениях функциональной диагностики и кардиологии, в стационарах, в поликлиниках и медико-санитарных частях, в машинах скорой

помощи, а также в частной медицинской практике, в домашних условиях, в постоянно носимых аппаратах) с целью неинвазивного углубленного исследования сердца путем регистрации низкоамплитудных потенциалов сердца с поверхности тела человека без процедуры осреднения кардиоциклов и фильтрации. Подобные аппараты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Название фирмы	Кол-во отведений	Уровень сигнала, мкВ	Частотный диапазон, Гц	Цена, тыс. руб
Геолинк-Электроникс (Россия)	3	6	0,03-10,0	270
Rozinn (США)	3	8	0.05-70	385
OXFORD (Англия)	3	5	0,05-100	400
ФГБОУ ВПО НИ ТПУ (Россия)	3-12	0,3	0-10000	<50
Davis Medical Electronics Inc. (США)	3-12	2	0.05-60	227
HELLIGE (США)	3-12	5	0,05 -100	417
CardioMem CM 3000 (Германия)	3	8	0,03-70	160
Scan Tech Medical, LLC (США)	3	6	0.05-100	163

Как видно из таблицы, рыночная стоимость кардиографов известных компаний непомерно велика по сравнению с предложенным нами продуктом. Это связано с тем, что в устройстве используются разработанные нами наносенсоры, позволяющие без использования фильтров и осреднения получать сигналы нановольтового уровня.

Актуальным для совершенствования диагностики сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе и для ранней диагностики сердца взрослых, детей, младенцев и плода, является разработка нового поколения наносенсоров и компьютеризированной ЭКГ - аппаратуры высокого разрешения для применения в поликлиниках и в домашних условиях.

Для решения данной задачи необходимо исследование численной модели распространения возбуждения в сердечной мышце.

Возбуждение распространяется по сердечной ткани с определенной скоростью, различной для разных отделов сердца (рис. 2).

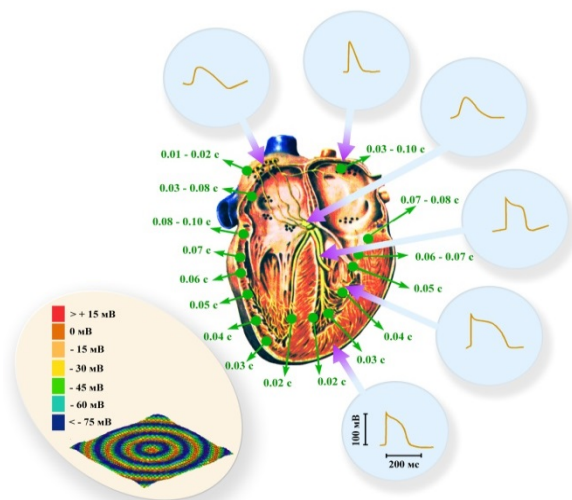


Рис. 2. Схема пространственно-временной организации нормальной работы сердца человека. Зеленые надписи и стрелки указывают время прихода волны возбуждения в данную область сердца. Голубые врезки показывают форму профиля бегущей волны (т.н. «потенциала действия») в разных областях сердца, обусловленную различием свойств элементвозбудимой среды, которую формируют ткани сердца. Бежевая врезка — нормальное распространение бегущей волны возбуждения из пейсмекерной зоны в центре (синусового узла) в сторону краев (по рабочему миокарду) в простейшей имитационной математической модели [3].

В результате формируется пространственно-временная организация возбуждения сердца, обеспечивающая его функционирование. При моделировании процесса распространения возбуждения необходимо учитывать все особенности организации возбуждения в сердце.

Для реализации моделирования процесса распространения возбуждения в сердце, в рамках концепции оценки состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), на базе лаборатории № 63

института неразрушающего контроля предполагается разработка аппаратно-программного комплекса. Алгоритм работы АПК представлен на рисунке 3.



Рис. 3. Алгоритм моделирования процесса распространения возбуждения в сердце.

Согласно алгоритму сначала на основе анализа кардиографической информации осуществляется задание начальных и граничных условий модели, затем определяются параметры модели для различных анатомических отделов сердца, и моделируется распространение возбуждения. По результатам моделирования осуществляется визуализация распространения возбуждения на поверхности сердца пациента.

#### Список литературы:

1. Сердечно - сосудистые заболевания. Информационный бюллетень №317. // Сайт Всемирной организации здравоохранения [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/index.html>. – Загл. с экрана.
2. Alexander Muirhead // Wikipedia.com: [Электронный ресурс]. – режим доступа: [http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander\\_Muirhead](http://en.wikipedia.org/wiki/Alexander_Muirhead) (дата обращения: 11.02.2014).
3. Сердце человека / / Wikipedia.ru: [Электронный ресурс]. – режим доступа: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Сердце\\_человека](http://ru.wikipedia.org/wiki/Сердце_человека) (дата обращения: 18.02.2014)